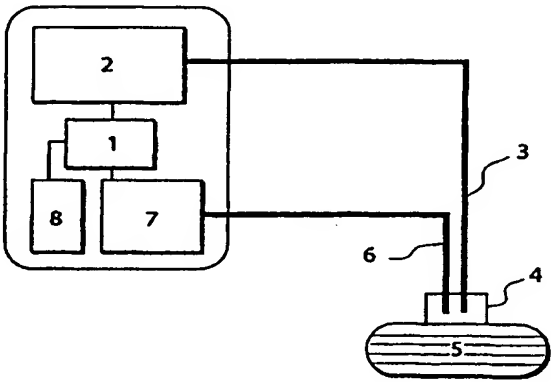


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(51) 国際特許分類7</b><br><b>G01N 21/35</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>A1</b> | <b>(11) 国際公開番号</b><br><b>WO00/28303</b><br><br><b>(43) 国際公開日</b><br>2000年5月18日(18.05.00)                                       |
| <b>(21) 国際出願番号</b><br>PCT/JP99/05954<br><b>(22) 国際出願日</b><br>1999年10月27日(27.10.99)<br><b>(30) 優先権データ</b><br>特願平10/314794 1998年11月5日(05.11.98) JP<br><b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b><br>株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP)<br>〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地<br>Tokyo, (JP)<br><b>(72) 発明者 ; および</b><br><b>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)</b><br>片桐純一(KATAGIRI, Junichi)(JP/JP)<br>竹澤由高(TAKEZAWA, Yoshitaka)(JP/JP)<br>伊藤雄三(ITO, Yuzo)(JP/JP)<br>〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号<br>株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki, (JP)<br><b>(74) 代理人</b><br>高田幸彦, 外(TAKADA, Yukihiko et al.)<br>〒317-0073 茨城県日立市幸町二丁目1番48号 Ibaraki, (JP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           | <b>(81) 指定国</b> KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)<br><br>添付公開書類<br>国際調査報告書 |
| <b>(54) Title: METHOD FOR MEASURING WATER CONTENT, DEVICE FOR MEASURING WATER CONTENT, AND METHOD FOR PRODUCING ELECTRONIC DEVICE</b><br><br><b>(54) 発明の名称</b> 水分測定方法および水分測定装置および電気機器製造方法<br><br><br><br><b>(57) Abstract</b><br>A method and small device for simply measuring the water content in a member to be measured with high accuracy. Two monochromatic lights of different wavelengths are guided through an illumination light guide and directed to the surface of the member. Fractions of the reflected lights from the surface are directed through a photodetection light guide to a quantity-of-light measuring section to measure the quantities of lights. The reflection absorbance ( $A\lambda$ ) of each wavelength is found by a calculating section. The difference ( $\Delta A\lambda$ ) between the reflection absorbances of one wavelength and a wavelength band under 1350 nm, or the ratio ( $A\lambda'$ ) between the reflection absorbances is determined. From the relationship between the reflection absorbances or the ratio between the reflection absorbances stored in advance, the water content of the member is calculated. |           |                                                                                                                                |

被測定部材の水分率を高精度で簡単に測定することができる測定方法および小型の測定装置を得る。波長が異なる2種の単色光を照射用導光体で導いて被測定部材の表面に照射し、この被測定部材表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いて反射光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 $(A_{\lambda})$ を求め、ある波長の反射吸光度と波長1350nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 $(\Delta A_{\lambda})$ あるいは2波長間の反射吸光度比 $(A_{\lambda'})$ を演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係から、被測定部材の水分率を算出する水分測定方法および装置。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

|    |              |    |         |    |                   |    |            |
|----|--------------|----|---------|----|-------------------|----|------------|
| AE | アラブ首長国連邦     | DM | ドミニカ    | KZ | カザフスタン            | RU | ロシア        |
| AL | アルバニア        | EE | エストニア   | LC | セントルシア            | SD | スーダン       |
| AM | アルメニア        | ES | スペイン    | LI | リヒテンシュタイン         | SE | スウェーデン     |
| AT | オーストリア       | FI | フィンランド  | LK | スリランカ             | SG | シンガポール     |
| AU | オーストラリア      | FR | フランス    | LR | リベリア              | SI | スロヴェニア     |
| AZ | アゼルバイジャン     | GA | ガボン     | LS | レソト               | SK | スロヴァキア     |
| HA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GB | 英国      | LT | リトアニア             | SL | シエラ・レオネ    |
| BB | バルバドス        | GD | グレナダ    | LU | ルクセンブルグ           | SN | セネガル       |
| BE | ベルギー         | GE | グルジア    | LV | ラトヴィア             | SZ | スワジランド     |
| BF | ブルキナ・ファソ     | GH | ガーナ     | MA | モロッコ              | TD | チャード       |
| BG | ブルガリア        | GM | ガンビア    | MC | モナコ               | TG | トーゴ        |
| BJ | ベナン          | GN | ギニア     | MD | モルドヴァ             | TJ | タジキスタン     |
| BR | ブラジル         | GW | ギニア・ビサウ | MG | マダガスカル            | TZ | タンザニア      |
| BY | ベラルーシ        | GR | ギリシャ    | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 | TM | トルクメニスタン   |
| CA | カナダ          | HR | クロアチア   | ML | マリ                | TR | トルコ        |
| CF | 中央アフリカ       | HU | ハンガリー   | MN | モンゴル              | TT | トリニダード・トバゴ |
| CG | コンゴ          | ID | インドネシア  | MR | モーリタニア            | UA | ウクライナ      |
| CH | スイス          | IE | アイルランド  | MW | マラウイ              | UG | ウガンダ       |
| CI | コートジボワール     | IL | イスラエル   | MX | メキシコ              | US | 米国         |
| CM | カメルーン        | IN | インド     | NE | ニジェール             | UZ | ウズベキスタン    |
| CN | 中国           | IS | アイスランド  | NL | オランダ              | VN | ヴェトナム      |
| CR | コスタ・リカ       | IT | イタリア    | NO | ノルウェー             | YU | ユーゴスラビア    |
| CJ | キューバ         | JP | 日本      | NZ | ニュージーランド          | ZA | 南アフリカ共和国   |
| CY | キプロス         | KE | ケニア     | PL | ポーランド             | ZW | ジンバブエ      |
| CZ | チェッコ         | KG | キルギスタン  | PT | ポルトガル             |    |            |
| DE | ドイツ          | KP | 北朝鮮     | RO | ルーマニア             |    |            |
| DK | デンマーク        | KR | 韓国      |    |                   |    |            |

## 明 細 書

## 水分測定方法および水分測定装置および電気機器製造方法

## 技術分野

- 5       本発明は、光を利用して紙やフィルム等の被測定部材の水分率を測定する水分測定方法および水分測定装置および電気機器製造方法に関する。

## 背景技術

- 10       光を利用して被測定部材の水分率を測定する方法として、波長 $1.94\mu\text{m}$ の水分の吸収波長と、比較波長として $1.7\mu\text{m}$ あるいは $1.8\mu\text{m}$ を用いて、それらの信号比から水分率を求める2色赤外線水分計が知られている。また、特開平5-164690号公報に記載されているように、波長が $1.96$ と $2.0\mu\text{m}$ の水分の吸収波長と比較波長として $1.9$ と $2.1\mu\text{m}$ の2波長を用い、被測定物の品種による影響や湿度による影響がない3色赤外線水分計が提案さ
- 15       れている。更に、特開昭60-93334号公報に記載されているように、測定波長 $1.76\sim 1.87\mu\text{m}$ と参照波長を $1.7\mu\text{m}$ とする高含水量に適した測定法が提案されている。

## 発明の開示

- 20       しかしながら、前述した従来の水分測定方法および装置は、水分率の違いによって、比較波長 $1.7$ と $1.8\mu\text{m}$ でも出力が変動するために高い測定精度を得ることが困難であり、また、連続光から分光器やフィルターを介して単色光を得るために大型の装置が必要である。

- 25       また、変圧器や電動機等の電気器の製造においては、コイル導体を被覆する絶縁紙が被覆および組み立て作業中に吸湿することから、組み立て後に乾燥する作業を行っている。しかし、軽便な水分測定装置がないことから、経験則に

よって過不足なく乾燥することが困難であり、過剰な乾燥作業によって無駄な作業時間を費やし、乾燥作業時間を短縮すると乾燥不足によって早期に絶縁が劣化する、という問題があった。

5 本発明の1つの目的は、被測定部材の水分率を高精度で測定することができ  
る水分測定方法および水分測定装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、装置を小型に構成することができる水分測定方法および水分測定装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、優れた絶縁性能の電気機器を効率良く製造するための電気機器製造方法を提供することにある。

10 被測定部材の水分率と反射分光特性との関係を検討すると、特定の2波長間の反射吸光度差および反射吸光度比の変化から水分率を算出できる。

本発明は、反射吸光度が水分に大きく影響される波長と水分の影響が少ない波長を被測定部材の表面に照射してその反射量を測定することにより各波長における反射吸光度を求め、この反射吸光度に基づいて被測定部材の水分率を測定する水分測定方法において、波長が異なる少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて被測定部材の表面に照射し、この被測定部材表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いて反射光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 ( $A_{\lambda}$ ) を(数1)式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長1350nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差  
15 ( $\Delta A_{\lambda}$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を(数2)式または(数3)式を用いて演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより、被測定部材の水分率を算出する。

$$A_{\lambda} = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

25  $\Delta A_{\lambda} = A_{\lambda_1} - A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$

$$A_{\lambda'} = A_{\lambda_1} / A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度  $I$  : 被測定部材の反射光強度

$\lambda_2$  : 1350 nm以下

また、本発明は、反射吸光度が水分に大きく影響される波長と水分の影響が  
少ない波長を被測定部材の表面に照射してその反射量を測定することにより各  
5 波長における反射吸光度を求め、この反射吸光度に基づいて被測定部材の水分  
率を測定する水分測定装置において、波長が異なる少なくとも2種の単色光を  
発する光源部と、この光源部からの照射光を被測定部材の表面に導く照射用導  
光体と、前記被測定部材表面からの反射光を導く受光用導光体と、この受光用  
導光体からの反射光強度を測定する光量測定部と、反射光強度から反射吸光度  
10 ( $A_\lambda$ ) を求め、ある波長の反射吸光度と波長1350 nm以下の反射吸光度  
との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_\lambda$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ )  
を演算し、更に予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比  
と水分率との関係を比較演算することにより水分率を算出する演算・制御部と  
を設ける。

15 また、本発明は、絶縁紙で被覆したコイル導体をケースに収納して乾燥した  
後に該ケース内に絶縁油を注入する電気機器製造方法において、波長が異なる  
少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて前記ケース内の絶縁紙の表面  
に照射し、この絶縁紙表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に  
導いてその光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 ( $A_\lambda$ )  
20 を(数1)式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長1350 nm以下の  
反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_\lambda$ ) あるいは2波長間の反射吸  
光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を(数2)式または(数3)式を用いて演算し、更に、予め  
記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演  
算することにより、被測定部材の水分率を算出し、所定の水分率以下になるま  
25 で乾燥し、その後にケース内に絶縁油を注入する。

$$A_\lambda = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A_{\lambda} = A_{\lambda_1} - A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$A_{\lambda'} = A_{\lambda_1} / A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度、 $I$  : 被測定部材の反射光強度、

$\lambda_2$  : 1350 nm以下

- 5      また、本発明は、絶縁紙で被覆したコイル導体を固定子鉄心に巻装して乾燥した後に絶縁ワニス処理する電気機器製造方法において、波長が異なる少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて前記絶縁紙の表面に照射し、この絶縁紙表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いてその光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 ( $A_{\lambda}$ ) を (数1) 式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長1350 nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_{\lambda}$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を (数2) 式または (数3) 式を用いて演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより、被測定部材の水分率を算出し、所定の水分率以下になるまで乾燥し、その後
- 10
- 15      絶縁ワニス処理する。

$$A_{\lambda} = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A_{\lambda} = A_{\lambda_1} - A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$A_{\lambda'} = A_{\lambda_1} / A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度、 $I$  : 被測定部材の反射光強度、

- 20       $\lambda_2$  : 1350 nm以下

前記単色光の波長は、 $\lambda_1 = 1400 \sim 2000 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 600 \sim 1350 \text{ nm}$ とすると良い。

また、単色光源として、波長600 nm以上2000 nm以下のピーク波長を有する半導体レーザあるいは発光ダイオードを用いると良い。

- 25      また、前記照射用導光体および受光用導光体としてガラスファイバーを使用すると良い。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の水分測定装置の一実施形態を示すブロック図である。

図 2 は、プローブの内部構造を示す縦断側面図である。

5 図 3 は、水分率算出のフローチャートである。

図 4 は、水分率の異なる絶縁紙の反射吸光度スペクトルである。

図 5 は、反射吸光度差と水分率との関係を示す特性図である。

図 6 は、反射吸光度比と水分率との関係を示す特性図である。

図 7 は、絶縁紙の絶縁破壊電圧と水分率の関係を示す特性図である。

10 図 8 は、絶縁紙の体積抵抗率と水分率の関係を示す特性図である。

図 9 は、本発明の油入変圧器製造方法における水分測定装置による水分測定状態を示す模式図である。

図 10 は、図 9 の水分測定装置におけるプローブの縦断側面図である。

図 11 は、本発明の電動機製造方法における固定子の側面図である。

15

### 発明を実施するための最良の形態

被測定部材の水分率と反射分光特性との関係を検討すると、特定の 2 波長間の反射吸光度差および反射吸光度比の変化から水分率を算出できることが分かる。

20 水分率とは、被測定部材の全重量に対し、被測定部材に含まれる水の重量が占める割合である。実測では、（被測定部材の全重量－完全に乾燥した被測定部材の重量）／被測定部材の全重量で、求められる。

即ち、波長が異なる少なくとも 2 種の単色光を照射用導光体で導いて被測定部材の表面に照射し、この被測定部材表面からの反射光を受光用導光体を用いて  
25 光量測定部に導いて反射光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度（ $A_\lambda$ ）を（数 1）式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長 13

50 nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_\lambda$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を(2)式、(3)式を用いて演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより、水分率を精度良く算出することができる。

$$5 \quad A_\lambda = -\log(I/I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A_\lambda = A_{\lambda_1} - A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$A_{\lambda'} = A_{\lambda_1}/A_{\lambda_2} \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度  $I$  : 被測定部材の反射光強度

$\lambda_2$  : 1350 nm以下

- 10 本発明において用いる単色光の波長は、水分の影響で変動する波長1400～2000 nmの近赤外領域と、水分による影響がない波長1350 nm以下で、望ましくは600～1350 nmの可視および近赤外領域である。

- 被測定部材の水分率の違いによる反射吸光度スペクトルは、絶縁紙として使用するクラフト紙等の場合には、図4に示すように、水分率 ( $A < B < C$ ) の違いによって変化する。波長が1350 nm以下の領域では、水分率により反射吸光度はほとんど変化しない。しかし、波長1950 nmの近傍では、水分の増大に伴って反射吸光度のピーク値が大きく変化し、波長1400～2000 nmの広範囲で水分率の増大による影響で吸光度が高くなるスペクトル変化を示すことから、水分率をより精度良く検出できることになる。

- 20 前記単色光の光源としては、波長600 nm以上2000 nm以下のピークを有する半導体レーザ (LD) 光源あるいは発光ダイオード (LED) 光源が入手容易で寿命も長く、小型軽量で性能も安定しており好適である。特に、635, 650, 660, 670, 695, 700, 770, 785, 820, 830, 870, 880, 940, 950, 1310, 1550 nm等のLD,
- 25 LED光源が好適である。

本発明の水分測定方法および水分測定装置による水分測定対象の被測定部材



は、植物繊維を原料とするクラフト、サルファイト、セミケミカル、ケミグラ  
ウンド、リファイナーグラウンド紙およびプレスボードやシアノエチル化紙、  
アセチル化紙等のセルロース誘導体紙、アミン添加紙、モルホリン添加紙、活  
性アルミナ添加紙等の薬品添加紙、麻、ラミー、桑等を混合した混抄紙、綿、  
5 羊毛、レーヨン等の繊維、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステル、ポ  
リウレタン、ポリビニール、ポリアクリル、ポリエチレン、ポリエチレンナフ  
タレート、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリエチレ  
ンテレフタレート、ポリプロピレン、ナイロン、アセテート、ポリスチレン等  
の合成繊維あるいはフィルムである。また、エポキシ、不飽和ポリエステル、  
10 ウレタン等の成型品や食品、医薬品、化粧品等の表面の水分率測定にも有用で  
ある。

図 1 は、本発明の水分測定装置の一実施形態を示すブロック図である。図 2  
は、この水分測定装置におけるプローブの内部構造を示す縦断側面図である。  
また、図 3 は、水分率算出のための演算処理のフローチャートである。

15 図 1 および図 2 において、演算・制御部 1 は、測定データ記憶用メモリーと  
読み出し専用メモリーを内蔵したマイクロプロセッサを備え、光源波長の切り  
替え制御と水分率算出と表示制御を実行する。

光源部 2 は、2つの単色光を発生する発光源を備える。例えば、 $\lambda_1$  (= 1  
5 5 0 nm) の波長の測定光を発生する LD と、 $\lambda_2$  (= 9 5 0 nm) の波長  
20 の測定光を発生する LED を使用すると良い。

照射用導光体 3 は、光源部 2 で発生した測定光をプローブ 4 に導いて被測定  
部材 5 に向けて放射する。受光用導光体 6 は、被測定部材 5 で反射した反射光  
をプローブ 4 から光量測定部 7 に導く。この照射用導光体 3 及び受光用導光体  
6 は、プラスチックファイバーやガラスファイバー等を使用することができる  
25 が、測定に使用する光の波長を考慮すると、これらの波長に対して減衰率が小  
さいガラスファイバーが好適である。

光量測定部 7 は、反射光の強度測定を行なう。

表示部 8 は、前記演算・制御部 1 に制御されて、水分率を表示する。

演算・制御部 1 と表示部 8 は、ノート型あるいはラップトップ型のパーソナルコンピュータを使用して構成することができる。

- 5        この水分測定装置は、先ず、レファレンスとしてプローブ 4 を標準白板に当接して、各光源波長の反射光強度を測定する。光源部 2 で  $\lambda_1$  の測定光を発生することによって該測定光を照射用導光体 3 内を通してプローブ 4 に導き、標準白板に照射する。そして、標準白板からの反射光を受光用導光体 6 を通して光量測定部 7 に導く。光量測定部 7 では、反射光  $\lambda_1$  の反射光強度 ( $I_{0,\lambda_1}$ )
- 10        を検出し、演算・制御部 1 は、この反射光強度 ( $I_{0,\lambda_1}$ ) を記憶する。次に、同様にして、 $\lambda_2$  の測定光に対する反射光強度 ( $I_{0,\lambda_2}$ ) を測定して演算・制御部 1 に記憶する。

- 次に、被測定部材 5 の反射光強度を測定する。プローブ 4 を被測定部材 5 に当接し、レファレンスの場合と同様に、各波長の反射光強度 ( $I_{\lambda_1}$ ,  $I_{\lambda_2}$ )
- 15        ) を検出し、演算・制御部 1 に記憶し、更に、その反射吸光度を演算して記憶する。

- 演算・制御部 1 は、予め記憶させた、図 5 および図 6 に示したような水分率と反射吸光度差 ( $\Delta A_\lambda$ ) あるいは反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) との関係データに基づいて水分率を算出し、その結果を表示部 8 に表示する。この水分率と反射
- 20        吸光度差 ( $\Delta A_\lambda$ ) あるいは反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) との関係を示すデータは、その両方を記憶しておいて被測定部材に応じて選択的に使用するようにしても良いし、被測定部材に応じて選択的に記憶させるようにしても良い。

- この水分測定装置は、光源部 2 に波長  $\lambda_1$  の単色光を発生する LD と波長  $\lambda_2$  の単色光を発生する LED を使用し、この LD および LED により発生した単
- 25        色光の測定光をガラスファイバーを使用した導光体 3, 6 によってプローブ 4 に導き、その反射光を測定部 7 に導いて電気信号に変換するように構成するこ

とにより、約 1.5 kg の重さの携帯型に構成することができる。

(実施例 1)

図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用してクラフト紙の水分率を測定した。光源部 2 には、測定光として  $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$  の単色光を発生する LD と  $\lambda_2 = 950 \text{ nm}$  の単色光を発生する LED を使用した。

クラフト紙 (0.25 mm 厚) を、先ず、120℃で 48 時間乾燥した後に重量を測定し、更に室温に放置して重量を測定した。この重量変化から算出した室温放置後のクラフト紙の水分率は、3.6%である。

次に、この室温放置後のクラフト紙に対して、図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用し、測定光として  $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$  (LD),  $\lambda_2 = 950 \text{ nm}$  (LED) の単色光を用いた水分測定を実施した。実施形態 1 で示した反射吸光度差から求める測定方法により、水分を測定することにより 3.7% の測定結果となり、表示部 8 に 3.7% の水分率が表示された。因に、重量変化から算出した水分率は 3.6% であり、高精度の測定結果が得られた。

15 (実施例 2)

図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用してプレスボードの水分率を測定した。但し、光源部 2 には、測定光として  $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$  の単色光を発生する LD と  $\lambda_2 = 830 \text{ nm}$  の単色光を発生する LD を使用した。また、演算・制御部 1 には、予め、波長 1550 nm と 830 nm の反射吸光度比と水分率の関係をインプットした。

プレスボード (0.8 mm 厚) を、先ず、120℃で 48 時間乾燥した後に重量を測定し、更に、恒温槽に放置して重量を測定した。この重量変化から算出した水分率は 13.6% である。

次に、恒温槽放置後のプレスボードに対して、図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用し、測定光として  $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$  (LD),  $\lambda_2 = 830 \text{ nm}$  (LD) の単色光を用いて水分測定を実施した。この水分測定方法による測

定結果は、表示部 8 に 13.5%と表示され、高精度の測定結果が得られた。

(実施例 3)

図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用してアミン添加紙の水分率を測定した。但し、光源部 2 には、 $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$ の単色光を発生する LD と、  
5  $\lambda_2 = 1310 \text{ nm}$ の単色光を発生する LD を用いた。また、演算・制御部 1 には、予め、波長 1550 nm と 1310 nm の反射吸光度差と水分率の関係をインプットした。

アミン添加紙 (0.25 mm 厚) を、先ず、120℃で 48 時間乾燥した後  
に重量を測定し、更に室温に放置して重量を測定した。この重量変化から算出  
10 した室温放置後のアミン添加紙の水分率は、5.5%である。

次に、この室温放置後のアミン添加紙に対して、図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用し、測定光として  $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$  (LD) ,  $\lambda_2 = 1310 \text{ nm}$  (LD) の単色光を用いた水分測定を実施した。

そして反射吸光度差から求める測定方法により、水分を測定することにより  
15 5.5%の測定結果となり、表示部 8 に 5.5%の水分率が表示され、高精度の測定結果が得られた。

(実施例 4)

図 1 および図 2 に示した水分測定装置を使用してアセテート繊維の水分率を測定した。但し、光源部 2 には、 $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$ の単色光を発生する LD  
20 と、 $\lambda_2 = 635 \text{ nm}$ の単色光を発生する LD を用い、演算・制御部 1 には、波長 1550 nm と 635 nm の反射吸光度差と水分率の関係をインプットした。

アセテート繊維 (0.5 mm 厚) を、先ず、120℃で 48 時間乾燥した後  
に重量を測定し、更に室温に放置して重量を測定した。この重量変化から算出  
25 した室温放置後のクラフト紙の水分率は、6.4%である。

次に、この室温放置後のアセテート繊維に対して、測定光として  $\lambda_1 = 15$

50 nm (LD),  $\lambda_2 = 635$  nm (LD) の単色光を用いた水分測定を実施した。この水分測定結果は、6.5%であり、高精度の測定結果が得られた。

(実施例5)

図1および図2に示した水分測定装置を使用してポリアミド紙の水分率を測定した。光源部2には、測定光としては、白色光源から分光器を使用して得た  
5  $\lambda_1 = 1920$  nmの単色光と $\lambda_2 = 670$  nmの単色光を使用した。また、演算・制御部1には、予め、波長1920 nmと700 nmの反射吸光度差と水分率の関係をインプットした。

ポリアミド紙 (0.135 mm厚) について、実施例1と同様に、重量変化  
10 から6.6%の水分率を得た。

次に、このポリアミド紙に対して、白色光源から分光して得た測定光 ( $\lambda_1 = 1920$  nm,  $\lambda_2 = 700$  nm) を用いて反射吸光度差から求める測定方法により水分率を測定して6.6%を得た。

(実施例6)

15 ポリアミドフィルム (0.025 mm厚) に対して、測定光として $\lambda_1 = 1400$  nm,  $\lambda_2 = 600$  nmの単色光を用い、実施例1で示した反射吸光度比から求める測定方法 (演算・制御部1には、波長1400 nmと600 nmの反射吸光度比と水分率の関係をインプット) により水分を測定して2.8%の水分率を得た。重量変化から算出した水分率は2.8%であった。

20 (実施例7)

サルファイト紙 (0.025 mm厚) に対して、測定光として、 $\lambda_1 = 2000$  nm,  $\lambda_2 = 1350$  nmの単色光を用い、実施例1で示した反射吸光度比から求める測定方法 (演算・制御部1には、波長2000 nmと1350 nmの反射吸光度差と水分率の関係をインプット) により水分を測定して7.8  
25 %の水分率を得た。重量変化から算出した水分量は7.9%であった。

(応用例1)

コイル導体の絶縁被覆材料として絶縁紙を使用した高圧油入変圧器における該変圧器の組み立て後の絶縁紙の水分率測定を行って所定の水分率に管理（乾燥）することにより優れた絶縁特性を実現する変圧器製造方法への応用について説明する。

5       油浸のプレスボード等の絶縁紙は優れた電気的特性をもち、高電圧の電気機器の絶縁材料として欠くことのできないものである。しかし、紙の成分であるセルロースは、極めて吸湿し易い材料であり、吸湿した絶縁紙は、優れた電気的特性を失い、絶縁材料としての機能を失うに至る。従って、絶縁紙の水分管理は極めて重要である。

10       図7及び図8に示すように、プレスボード等の絶縁紙は、水分率が高くなると絶縁破壊電圧及び抵抗率が低くなり、絶縁破壊の危険が発生する。そこで、熱風乾燥や真空乾燥を行い、水分率を低くする必要がある。

15       図9および図10は、50MVA油入変圧器のコイル絶縁に用いたプレスボードを該変圧器組み立て後に図1および図2に示した水分測定装置で水分測定している様子を示している。

水分測定装置10は、LD光源（波長 $\lambda_1 = 1550\text{ nm}$ ）2aとLD光源（波長 $\lambda_2 = 830\text{ nm}$ ）2bからの測定光を光結合器9によって照射用導光体3に供給する。プローブ4は、全反射プリズム4aと迷光遮蔽リング4bを備え、照射用導光体3から放出された測定光を被測定部材（標準白板11および絶縁紙）に照射し、この被測定部材で反射した光を受光用導光体6に入射する。

20

油入変圧器12は、プレスボードによって絶縁被覆され、鉄心13に巻装されたコイル14をケース15内に収容する。

25       この油入変圧器12のケース15は、プローブ4をコイル（プレスボード）14の表面に当接するために照射用導光体3と受光用導光体6を気密状態に貫通させるための測定穴15aと、加熱送風器16から出力する熱風をこのケー

ス 1 5 の底部に導く送風パイプ 1 6 a を挿入するための熱風導入穴 1 5 b と、内部を乾燥して湿潤した熱風を排出する排気穴 1 5 c を備える。

真空乾燥排気ポンプ 1 7 は、吸気パイプ 1 7 a の先端を前記ケース 1 5 の熱風導入穴 1 5 a に気密状態に接続可能に構成する。

5       そして、前記ケース 1 5 の排気穴 1 5 c を密封するための密封栓 1 8 を用意する。

この油入変圧器 1 2 は、コイル 1 4 を巻装した鉄心 1 3 をケース 1 5 内に設置するように組み立てる。

10       この状態で、レファレンスとして標準白板 1 1 を用い、水分測定装置 1 0 のプローブ 4 を標準白板 1 1 に当接して各光源 2 a, 2 b の反射光強度を測定する。

15       まず、LD 光源 2 a を発光 ( $\lambda_1 = 1550 \text{ nm}$ ) させて標準白板 1 1 からの反射強度 ( $I_{0, \lambda_1}$ ) を測定して演算・制御部 1 に記憶する。次いで、LD 光源 2 b を発光 ( $\lambda_2 = 830 \text{ nm}$ ) させて標準白板 1 1 からの反射強度 ( $I_{0, \lambda_2}$ ) を測定して演算・制御部 1 に記憶する。

20       次に、水分測定装置 1 0 の導光体 3, 6 を気密状態に変圧器 1 2 のケース 1 5 の測定穴 1 5 a に貫通させてプローブ 4 をコイル 1 4 の表面に当接する。そして、コイル 1 4 の表面 (プレスボード) の水分測定を実施する。標準白板 1 1 の場合と同様に、2 つの測定光  $\lambda_1, \lambda_2$  の反射強度 ( $I_{\lambda_1}, I_{\lambda_2}$ ) を測定して演算・記憶部 1 に記憶し、2 つの波長の反射吸光度 ( $A_{\lambda_1}, A_{\lambda_2}$ ) を算出し、更に、2 波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_{\lambda}$ ) を算出して記憶する。そして、予め記憶させておいた図 5 に示すような水分率と反射吸光度差 ( $\Delta A_{\lambda}$ ) の関係から水分率を算出する。この実施形態では、8.2% の水分率を得た。そして、必要に応じて、この水分率に応じて乾燥時間等の乾燥条件を算出して表示部 8 に表示するようにする。

乾燥作業では、表示部 8 に表示された乾燥条件を参照して、水分率に応じて、

加熱送風器 16 の送風パイプ 16 a をケース 15 の熱風導入穴 15 b から挿入して 110℃ に加熱した熱風をケース 15 の底部に供給する。ケース 15 の底部に供給された熱風は、内部を乾燥して湿潤し、排気穴 15 c から外部に排気される。この熱風乾燥後に、熱風導入穴 15 b から送風パイプ 16 a を引き抜

5 いて該熱風導入穴 15 b に真空乾燥排気ポンプ 17 の吸気パイプ 17 a を接続し、排気穴 15 c を密封栓 18 で封止する。そして、真空乾燥排気ポンプ 17 を運転してケース 15 内を真空乾燥する。このような乾燥作業後に、再度、コイル（プレスボード）14 の水分率を測定して 0.5% の水分率を得た。

そこで、水分測定装置 10 の導光体 3, 6 を引き抜いてプローブ 4 を取り出

10 し、真空乾燥排気ポンプ 17 の吸気パイプ 17 a を外して乾燥作業を終了し、ケース 15 内に絶縁油を注入することにより、絶縁特性に優れた油入変圧器を製造することができた。

#### （応用例 2）

このような絶縁被覆処理は、電動機の固定子においても同様である。電動機

15 の固定子は、絶縁紙で被覆した固定子コイルを固定子鉄心に巻装して乾燥した後に絶縁ワニスを含浸させる絶縁処理を行う。このときも、絶縁紙は、所定の水分率にあることが望ましい。

図 11 は、ポリアミド紙を使用して絶縁被覆した固定子コイル 19 を固定子鉄心 20 に巻装した電動機の固定子 21 を示している。

図 9 に示した応用例 1 と同様の水分測定装置（図示省略）を使用し、先ず、

20 レファレンスとして標準白板に水分測定装置のプローブを当接して各光源の反射光強度を測定する。次に、プローブ 4 を固定子コイル（ポリアミド紙）19 の表面に当接して、2 つの測定光  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  の反射強度 ( $I_{\lambda_1}$ ,  $I_{\lambda_2}$ ) を測定して演算・記憶部に記憶し、2 つの波長の反射吸光度 ( $A_{\lambda_1}$ ,  $A_{\lambda_2}$ ) を算出

25 し、更に、2 波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を算出して記憶する。そして、予め記憶させておいた図 6 に示すような水分率と反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) の関



係から水分率を算出する。この実施形態では、7.2%の水分率を得た。そして、必要に応じて、この水分率に応じて乾燥時間等の乾燥条件を算出して表示部に表示する。

- 乾燥作業では、表示部に表示された乾燥条件を参照して、水分率に応じて、
- 5 固定子21を130℃の恒温槽（図示省略）に入れて乾燥し、再度、固定子コイル19の水分率を測定して0.5%を得た。

そこで乾燥を終了し、固定子コイル19に絶縁ワニス処理を行うことによって、優れた絶縁特性の固定子21を完成した。

- このような水分測定方法および装置によれば、水分率を非破壊で簡便に測定
- 10 することができ、従って、組み立て後の変圧器や電動機の絶縁紙の水分率を測定しながら適正な乾燥（水分率）状態になるまで効率良く確実に乾燥することができ、その後に絶縁油を注入したり、絶縁ワニス処理することにより、絶縁破壊電圧等が高く、優れた絶縁特性で信頼性の高い変圧器や電動機を製造することができる。

15

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、紙やフィルム等の被測定部材の水分率を非破壊で高精度且つ簡単に測定することができる。

また、携帯型として運用可能な水分測定装置を提供することができる。

- 20 そして、このような水分測定装置を使用することにより、優れた絶縁性能の電気機器を効率良く製造することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 反射吸光度が水分に大きく影響される波長と水分の影響が少ない波長を被測定部材の表面に照射してその反射量を測定することにより各波長における反射吸光度を求め、この反射吸光度に基づいて被測定部材の水分率を測定する水分測定方法において、

波長が異なる少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて被測定部材の表面に照射し、この被測定部材表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いて反射光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度(Aλ)を(数1)式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長1350nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差(ΔAλ)あるいは2波長間の反射吸光度比(Aλ')を(数2)式または(数3)式を用いて演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係と比較演算することにより、被測定部材の水分率を算出する水分測定方法。

$$A\lambda = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A\lambda = A\lambda_1 - A\lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$A\lambda' = A\lambda_1 / A\lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度  $I$  : 被測定部材の反射光強度

$\lambda_2$  : 1350nm以下

2. 請求項1において、前記単色光の波長を $\lambda_1 = 1400 \sim 2000 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 600 \sim 1350 \text{ nm}$ としたことを特徴とする水分測定方法。

3. 請求項1において、単色光源として、波長600nm以上2000nm以下のピーク波長を有する半導体レーザあるいは発光ダイオードを用いることを特徴とする水分測定方法。

4. 請求項1～3の1項において、前記照射用導光体および受光用導光体としてガラスファイバーを使用することを特徴とする水分測定方法。

5. 反射吸光度が水分に大きく影響される波長と水分の影響が少ない波長を被測定部材の表面に照射してその反射量を測定することにより各波長における反射吸光度を求め、この反射吸光度に基づいて被測定部材の水分率を測定する水分測定装置において、

- 5 波長が異なる少なくとも2種の単色光を発する光源部と、この光源部からの照射光を被測定部材の表面に導く照射用導光体と、前記被測定部材表面からの反射光を導く受光用導光体と、この受光用導光体からの反射光強度を測定する光量測定部と、反射光強度から反射吸光度 ( $A_{\lambda}$ ) を求め、ある波長の反射吸光度と波長 1350 nm 以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A_{\lambda}$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A_{\lambda'}$ ) を演算し、更に予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより水分率を算出する演算・制御部とを備えたことを特徴とする水分測定装置。

- 15 6. 請求項5において、前記単色光の波長を  $\lambda_1 = 1400 \sim 2000 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 600 \sim 1350 \text{ nm}$  としたことを特徴とする水分測定装置。

7. 請求項5において、単色光として、波長 600 nm 以上 2000 nm 以下のピーク波長を有する半導体レーザあるいは発光ダイオードを用いたことを特徴とする水分測定装置。

- 20 8. 請求項5～7の1項において、前記照射用導光体および受光用導光体としてガラスファイバーを使用したことを特徴とする水分測定装置。

9. 絶縁紙で被覆したコイル導体をケースに収納して乾燥した後に該ケース内に絶縁油を注入する電気機器製造方法において、

- 25 波長が異なる少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて前記ケース内の絶縁紙の表面に照射し、この絶縁紙表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いてその光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 ( $A_{\lambda}$ ) を (数1) 式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長 13

5 50 nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A \lambda$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A \lambda'$ ) を(数2)式または(数3)式を用いて演算し、更に、予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより、被測定部材の水分率を算出し、所定の水分率以下になるまで乾燥し、その後にケース内に絶縁油を注入する電気機器製造方法。

$$A \lambda = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A \lambda = A \lambda_1 - A \lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$A \lambda' = A \lambda_1 / A \lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

10 ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度、 $I$  : 被測定部材の反射光強度、 $\lambda_2$  : 1350 nm以下

10. 絶縁紙で被覆したコイル導体を固定子鉄心に巻装して乾燥した後に絶縁ワニス処理する電気機器製造方法において、

15 波長が異なる少なくとも2種の単色光を照射用導光体で導いて前記絶縁紙の表面に照射し、この絶縁紙表面からの反射光を受光用導光体を用いて光量測定部に導いてその光量を測定し、演算部において各波長における反射吸光度 ( $A \lambda$ ) を(数1)式を用いて求め、ある波長の反射吸光度と波長1350 nm以下の反射吸光度との2波長間の反射吸光度差 ( $\Delta A \lambda$ ) あるいは2波長間の反射吸光度比 ( $A \lambda'$ ) を(数2)式または(数3)式を用いて演算し、更に、  
20 予め記憶しておいた反射吸光度差あるいは反射吸光度比と水分率との関係を比較演算することにより、被測定部材の水分率を算出し、所定の水分率以下になるまで乾燥し、その後に絶縁ワニス処理する電気機器製造方法。

$$A \lambda = -\log(I / I_0) \quad (\text{数1})$$

$$\Delta A \lambda = A \lambda_1 - A \lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数2})$$

$$25 \quad A \lambda' = A \lambda_1 / A \lambda_2 \quad (\text{ただし、}\lambda_1 > \lambda_2) \quad (\text{数3})$$

ここで、 $I_0$  : 標準白板の反射光強度、 $I$  : 被測定部材の反射光強度、

$\lambda_2$  : 1350 nm以下

11. 請求項9または10において、前記単色光の波長を $\lambda_1 = 1400 \sim 2000$  nm,  $\lambda_2 = 600 \sim 1350$  nmとしたことを特徴とする電気機器製造方法。

5 12. 請求項9または10において、単色光源として、波長600 nm以上2000 nm以下のピーク波長を有する半導体レーザあるいは発光ダイオードを用いることを特徴とする電気機器製造方法。

13. 請求項9～12の1項において、前記照射用導光体および受光用導光体としてガラスファイバーを使用することを特徴とする電気機器製造方法。

1 / 6

図 1

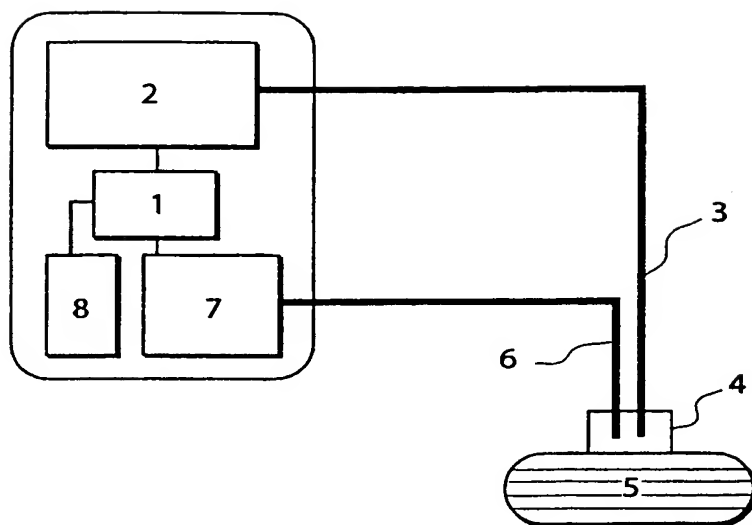
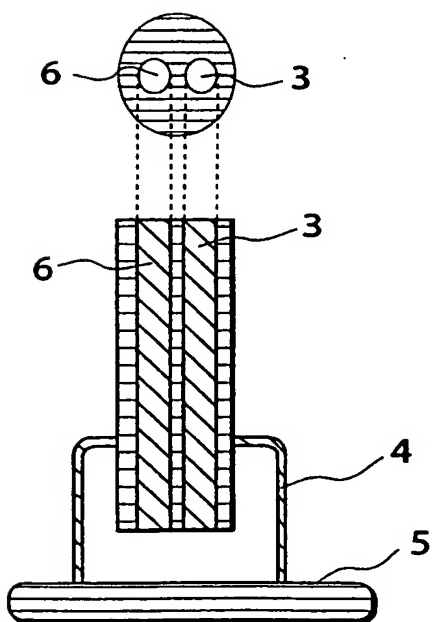
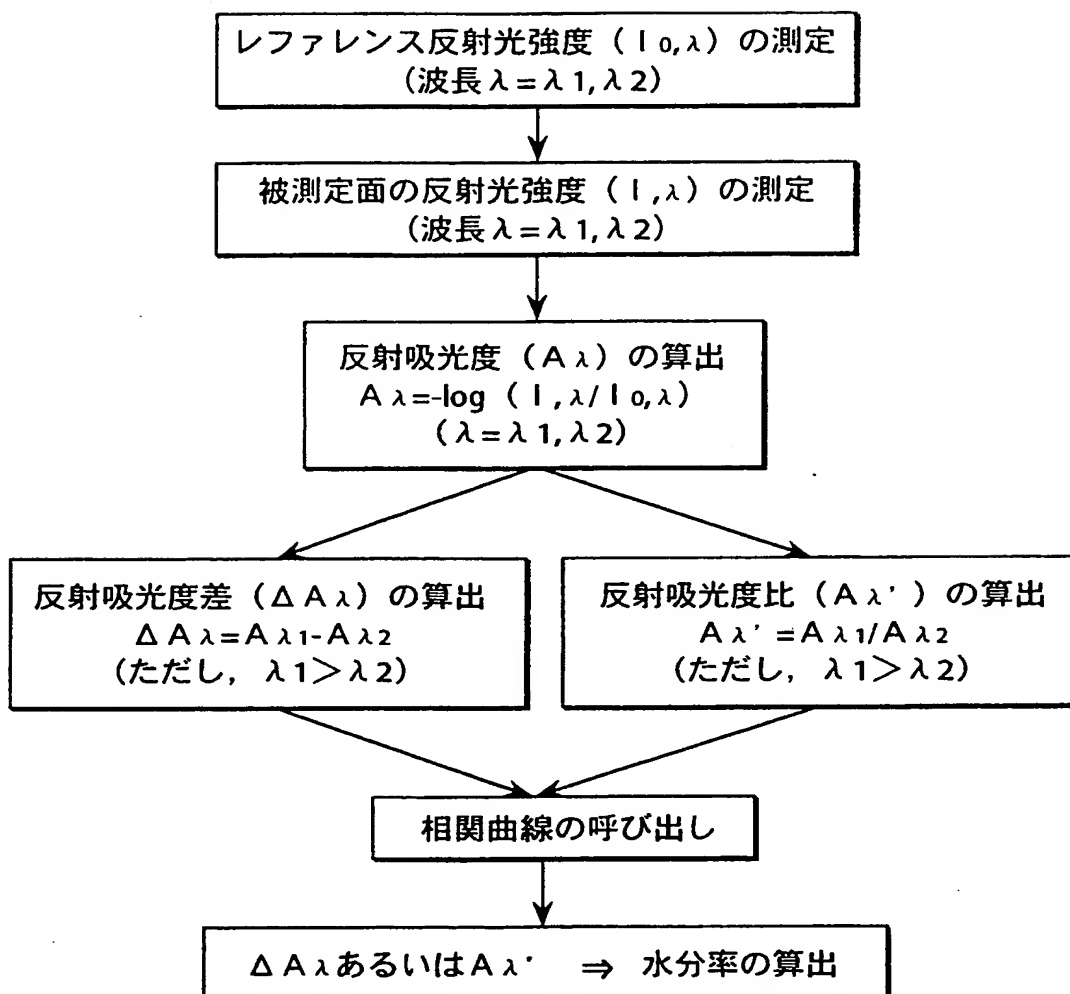


図 2



2 / 6

図 3



3 / 6

図 4

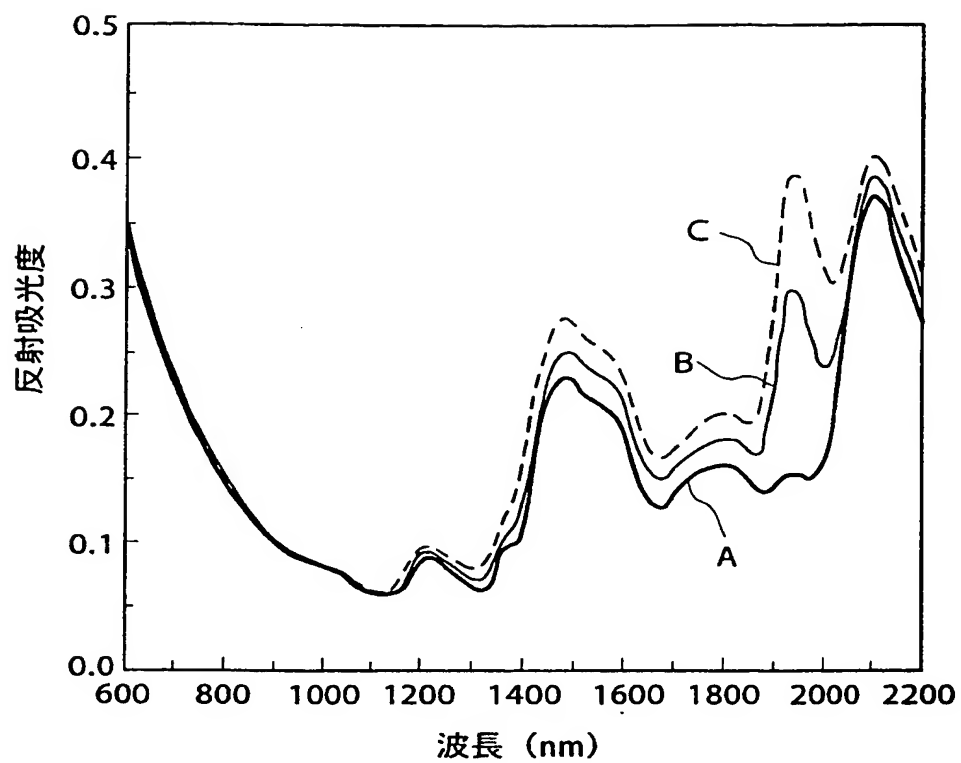


図 5

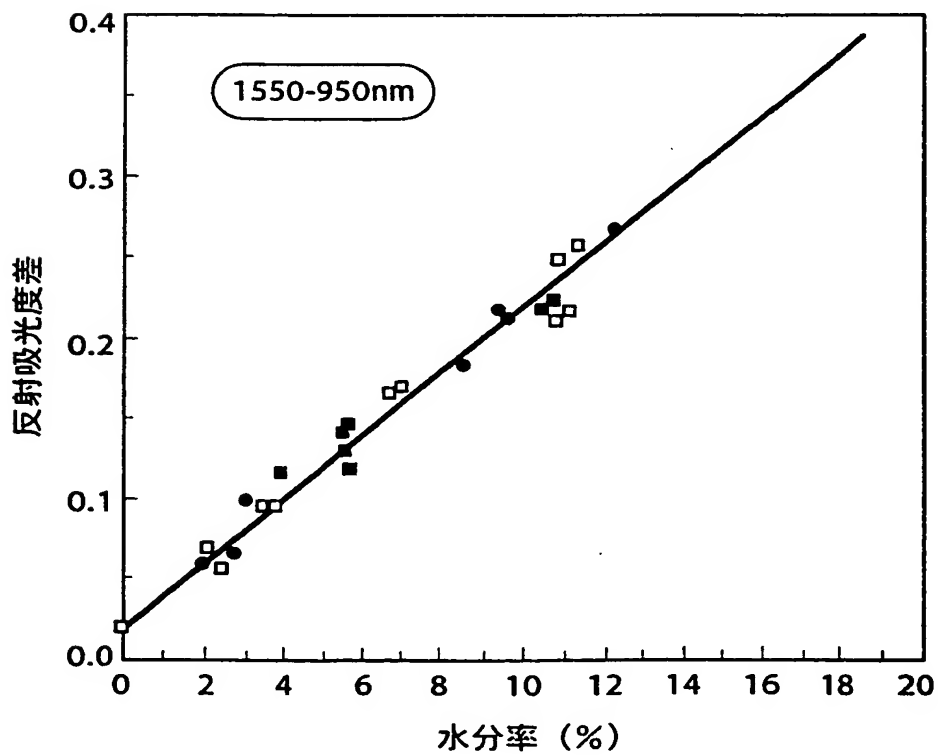




図 6

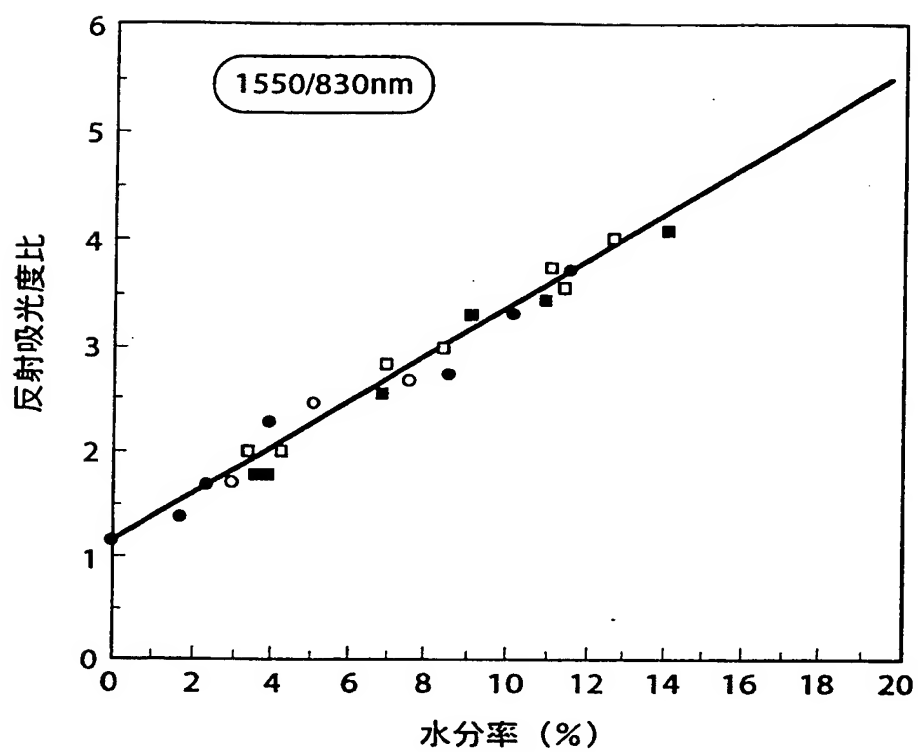
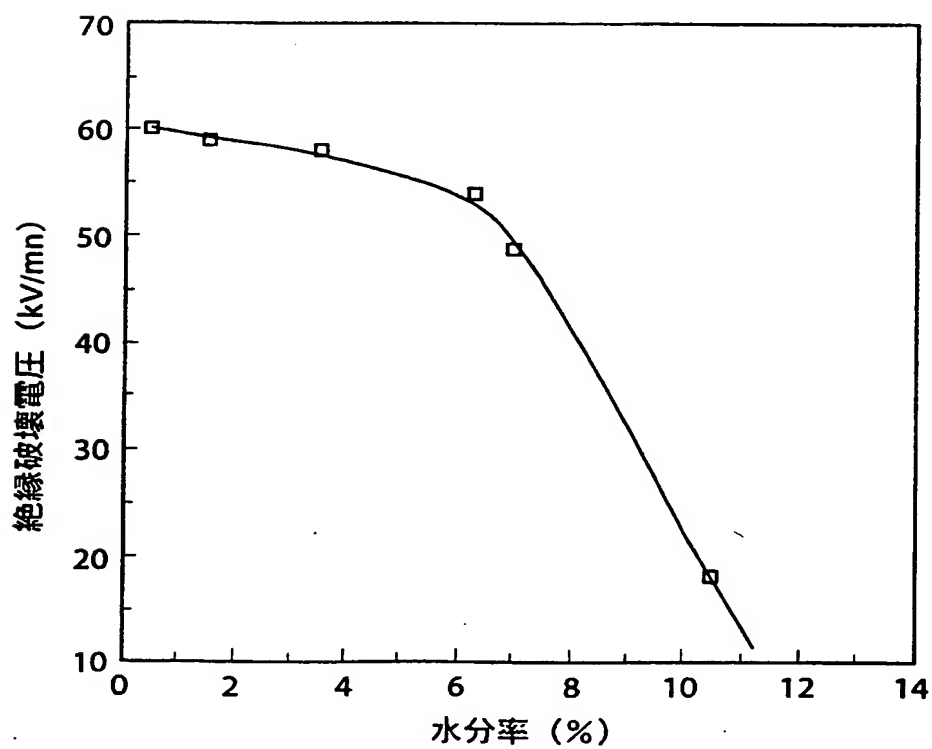


図 7



5 / 6

図 8

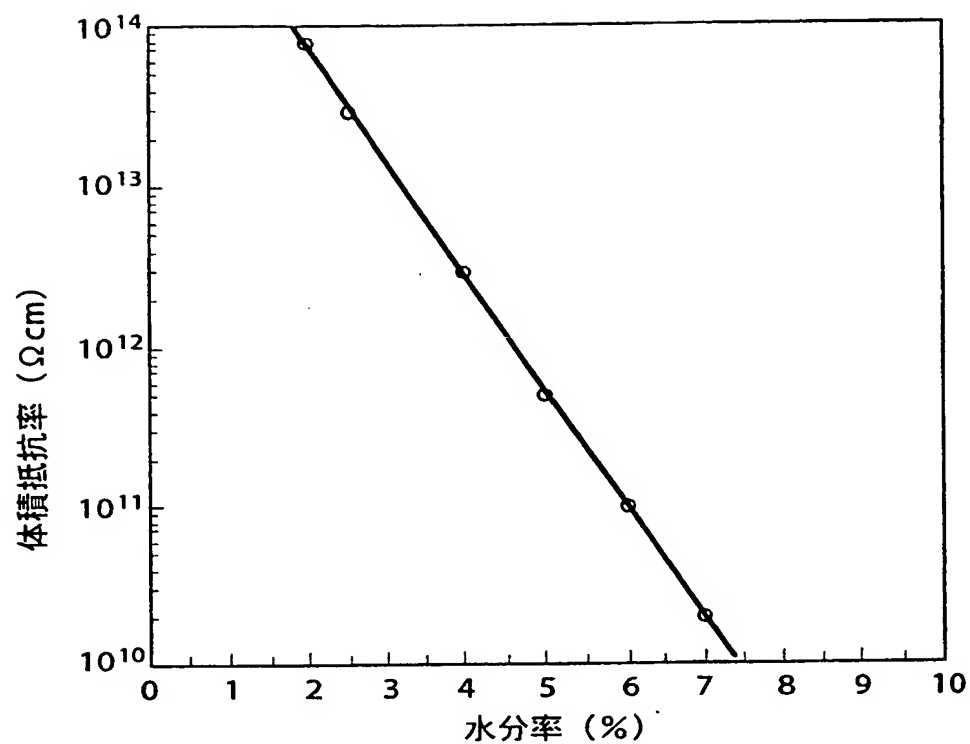
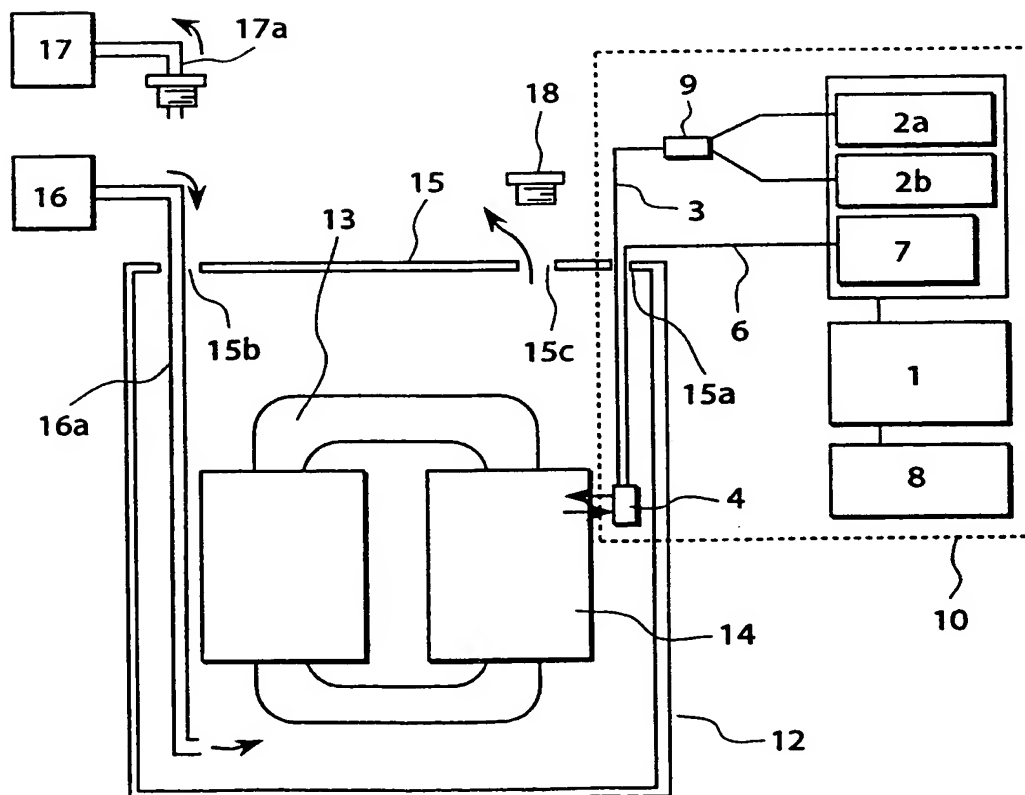


図 9



6 / 6

図 10

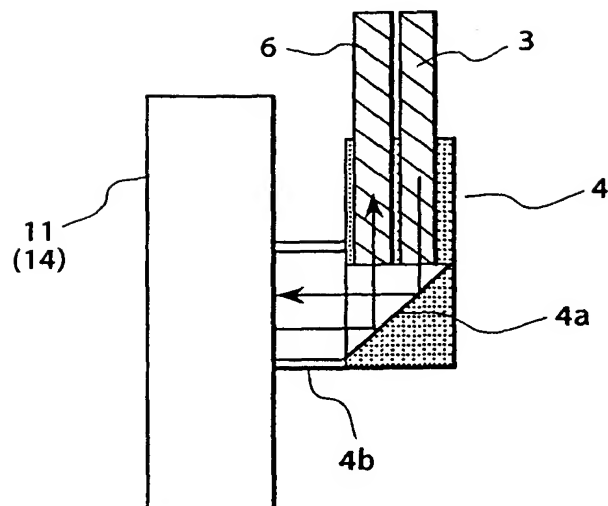
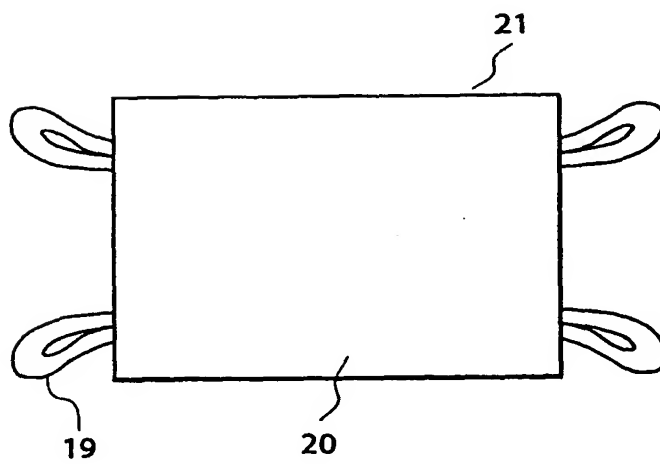


図 11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01N21/35

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01N21/00-21/01, 21/17-21/61,  
H01F41/12, H02K15/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L, JICST (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP, 9-152400, A (Ricoh Company, Ltd.),<br>10 June, 1997 (10.06.97),<br>段落番号 [0005] - [0009] (Family: none)                                                | 1-13                  |
| Y         | JP, 48-42953, Y2 (Sanyo Kokusaku Parupe K.K., et al.),<br>12 December, 1973 (12.12.73),<br>page 2, left column, lines 19-43; Figs. 1, 2<br>(Family: none) | 1-13                  |
| Y         | EP, 834730, A2 (HITACHI, LTD.),<br>08 April, 1998 (08.04.98),<br>Full text; Fig. 1<br>& JP, 10-111241, A                                                  | 1-13                  |
| Y         | JP, 10-74628, A (Hitachi, Ltd.),<br>17 March, 1998 (17.03.98),<br>Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)                                                  | 1-13                  |
| Y         | JP, 7-306137, A (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd. (KDD)),<br>21 November, 1995 (21.11.95),<br>Par. No. [0003] (Family: none)                               | 4, 8, 13              |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date                                                                                            | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
18 January, 2000 (18.01.00)Date of mailing of the international search report  
01 February, 2000 (01.02.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05954

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US, 5343045, A (ONTARIO HYDRO),<br>30 August, 1994 (30.08.94),<br>Full text; Fig. 1<br>& EP, 628803, A & JP, 7-20045, A                                                     | 9,11-13               |
| Y         | JP, 63-12118, A (Toshiba Corporation),<br>19 January, 1988 (19.01.88),<br>page 1, lower left column, line 17 to lower right column,<br>line 16; Figs. 1 to 2 (Family: none) | 9,11-13               |
| Y         | JP, 1-129735, A (Toshiba Corporation),<br>23 May, 1989 (23.05.89),<br>page 2, lower right column, line 11 to page 3, upper left<br>column, line 4 (Family: none)            | 10-13                 |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> G 01 N 21/35

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> G 01 N 21/00-21/01, 21/17-21/61,  
H 01 F 41/12, H 02 K 15/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2000年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2000年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2000年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L, JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                    | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Y               | J P, 9-152400, A (株式会社リコー)<br>10.6月.1997 (10.06.97)<br>段落番号【0005】-【0009】 (ファミリーなし)                   | 1-13             |
| Y               | J P, 48-42953, Y2<br>(山陽国策パルプ株式会社, 外1名)<br>12.12月.1973 (12.12.73)<br>第2頁左欄第19行~第43行, 第1-2図 (ファミリーなし) | 1-13             |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.01.00

国際調査報告の発送日

01.02.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

樋口 宗彦

2W

2910

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

| C (続き) 関連すると認められる文献 |                                                                                                            |                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*     | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                          | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y                   | EP, 834730, A2 (HITACHI, LTD.)<br>8. 4月. 1998 (08. 04. 98)<br>全文, 第1図<br>& JP, 10-111241, A                | 1-13             |
| Y                   | JP, 10-74628, A (株式会社日立製作所)<br>17. 3月. 1998 (17. 03. 98)<br>全文, 第1-2図 (ファミリーなし)                            | 1-13             |
| Y                   | JP, 7-306137, A (国際電信電話株式会社)<br>21. 11月. 1995 (21. 11. 95)<br>段落【0003】 (ファミリーなし)                           | 4, 8, 13         |
| Y                   | US, 5343045, A (ONTARIO HYDRO)<br>30. 8月. 1994 (30. 08. 94)<br>全文, 第1図<br>& EP, 628803, A & JP, 7-20045, A | 9, 11-13         |
| Y                   | JP, 63-12118, A (株式会社東芝)<br>19. 1月. 1988 (19. 01. 88)<br>第1頁左下欄第17行~右下欄第16行, 第1-2図<br>(ファミリーなし)            | 9, 11-13         |
| Y                   | JP, 1-129735, A (株式会社東芝)<br>23. 5月. 1989 (23. 05. 89)<br>第2頁右下欄第11行~第3頁左上欄第4行<br>(ファミリーなし)                 | 10-13            |

